

COMPRESSION BONDED TYPE SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.: 81-251043 [JP 61251043 A]

PUBLISHED: November 08, 1986 (19861108)

INVENTOR(s): ISHIDA AKIRA

AKABANE KATSUMI

APPLICANT(s): HITACHI LTD [000510] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL NO.: 60-090856 [JP 8590856]

FILED: April 30, 1985 (19850430)

INTL CLASS: [4] H01L-021/58; H01L-021/60

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS — Solid State Components)

JOURNAL: Section: E, Section No. 493, Vol. 11, No. 99, Pg. 114, March  
27, 1987 (19870327)

ABSTRACT

PURPOSE: To contrive to nearly uniformize the distribution of the surface pressure to be applied to the pressingly contact surface of the stamp electrode and the semiconductor element by a method wherein a defect to say that large surface pressure generates in the boundary of the pressingly contact surface, that is, just under the periphery of the so-called pressingly contact is dissolved.

CONSTITUTION: The cathode side of a semiconductor element 31, such as the diode, is made to pressingly contact by a stamp electrode 34 having the pressingly contact surface of  $D(\text{sub } 1)$  in diameter through a temperature compensating metal plate 33 of  $h(\text{sub } 2)$  in thickness and of  $D(\text{sub } 2) = D(\text{sub } 1) + 2l(\text{sub } 2)$  in diameter. A groove 35 of  $l(\text{sub } 1)$  in depth is provided over the whole periphery on the side surface of this stamp electrode 34 at a position where is a height  $h(\text{sub } 1)$  high from the pressingly contact surface. 32 is the temperature compensating metal plate on the anode side of the semiconductor element 31. In the device to be constituted in such a way, a load is applied to the axial direction and as the cathode side of the semiconductor element is brought into contact by pressing, the semiconductor element to be made to pressingly contact type the stamp electrode through the temperature-compensating metal plate can effectively prevent the concentration of stress to be partially applied thereto, thereby enabling to enhance the electrical characteristics and mechanical strength of the compression bonded type semiconductor device. As a result, the improvement of the reliability thereof can be contrived.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑥ 公開特許公報(A)

昭61-251043

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 01 L 21/58  
21/60

識別記号

庁内整理番号

6732-5F  
6732-5F

④ 公開 昭和61年(1986)11月8日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑧ 発明の名称 圧接型半導体装置

⑦ 特 願 昭60-90856

⑦ 出 願 昭60(1985)4月30日

② 発 明 者 石 田 昭 土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
② 発 明 者 赤 羽 根 克 己 日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内  
① 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
③ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

明 細 書

発明の名称 圧接型半導体装置

特許請求の範囲

1. 半導体素子と、該半導体素子の少なくとも一方の面に設けられた該半導体素子の熱膨張係数に近い熱膨張係数を有する温度補償金属板と、該温度補償金属板を介して前記半導体素子を圧接するスタンプ電極とを備えた圧接型半導体装置において、前記スタンプ電極の側面の圧接面より離れた位置に溝を付け、さらに、前記スタンプ電極と同心円状にある前記温度補償金属板の直径を、前記スタンプ電極の圧接面の直径より大きくしたことを特徴とする圧接型半導体装置。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は圧接型半導体装置に係り、特に、ダイオード、サイリスタ或いはゲートターンオフサイリスタ(以下、GTO)等の半導体素子に温度補償金属板を介してスタンプ電極を加圧接触させる圧接型半導体装置の面圧力均一化構造に関する。

〔発明の背景〕

一般にダイオード、サイリスタ或いはGTO等の半導体素子にスタンプ電極を加圧接触する圧接型半導体装置は、電力用としてよく知られている。そしてこの種の圧接型半導体装置は、第3図に示すように構成されている。すなわち、半導体素子1の両面に、この半導体素子1の熱膨張係数に近い値の温度補償金属板2、3を介して熱および電気伝導率の高い、円柱状のスタンプ電極4、5で半導体素子1を積層方向に圧接する構造になっている。さらに、上フランジ11、12、下フランジ13、14と同心円状に位置するセラミック円筒10等の部材により、窒素ガスおよび不活性ガス中で封じ、半導体素子1に外気の水分が触れないように構成されている。

半導体素子1は通常PN拡散されたシリコンSi板、スタンプ電極4、5は銅Cu円柱、そして温度補償金属板2、3はタンガステンWとかモリブデンMo板等が一般に用いられている。

実機稼働時には、停止時に比べ80℃程度温度

上昇する。これら起動停止が長年にわたつて行われることになる。Siの熱膨張係数は $\alpha = 2.9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、Cuの $\alpha = 1.7 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ とその熱膨張係数の差が大なので、半導体素子1とスタンプ電極4、5間には、熱膨張係数 $\alpha = 4.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ のWとか、 $\alpha = 4.9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ のMo板を挿入し、半径方向の熱膨び対策を行つてゐる。

第3図に示した構造及びそれと類似の構造は多くの特許、登録実用新案の説明図等に表示されており公知である。第3図中、本発明と関連する重要な部分は、カソード側スタンプ電極4の圧接面の直径寸法を $d_1$ 、スタンプ電極4に加圧される厚みが $b$ なるカソード側温度補償金属板3の直径を $d_2$ とすると、 $d_2 > d_1$ のときである。このようになつてゐる場合、半導体素子1とスタンプ電極4との熱膨張の差をすべらせて逃がすという温度補償金属板3の本来の目的の他に、スタンプ電極4、5で上、下より加圧したとき、半導体素子1にかかる面圧力を若干均一化させて、機械的

強度を向上させるという別の面の効果もある。ここで、 $d_2 > d_1$ となつていて $d_2 = d_1 + 2dr$ と温度補償金属板3の半径寸法がスタンプ電極4の圧接面の寸法より $dr$ だけ大きく、温度補償金属板3の厚みが $b$ のとき、上配面圧力均一化に対し、 $dr$ と $b$ の寸法によつて効果は大分左右される。しかし、温度補償金属板3の材料は前記したようにタングステンWとかモリブデンMoなので、スタンプ電極4、5の材料銅Cuに比べ、温度及び電気伝導率が小であり、温度補償金属板3の厚みのある量以上にすると性能低下をもたらすし、さらに、材料費の面でも不経済なので温度補償金属板3の厚みを充分に確保し、かつ半径寸法を $dr$ だけ大として半導体素子1に作用する面圧力を均一化させることには問題がある。

一方、特開昭58-71633号公報によると、第4図に示すように半無限弾性体2-1を円柱状のポスト2-0で加圧力 $q$ をもつて圧接すると半無限弾性体2-1中に生じる圧接面に垂直な方向の応力 $P(Z)$ は圧接周辺部で非常に大となり、半無限弾

性体2-1内の応力分布は著しく不均一になる。そこで、特開昭58-71633号公報に記述されている内容によれば、圧接型半導体装置の半導体素子に上記のような著しい応力分布の不均一を解消するため、第5図に示すように、半導体素子2-5を圧接するスタンプ電極2-2の側面に溝2-3を設け、加圧時にその溝2-3が弾性変形することを利用して、スタンプ電極2-2の周辺直下での半導体素子2-5の応力集中を緩和するようにしている。さらに、半導体素子2-5がシリコンSi、温度補償金属板2-4が0.5mm厚みのモリブデンMo板、スタンプ電極2-2が半径2.5mmの銅Cu円柱体、温度補償金属板2-6がタングステンWであつて、スタンプ電極2-2に純荷重5000kgfを印加したときのスタンプ電極2-2及び温度補償金属板2-4の周辺直下P点の応力を第6図に示したように、溝2-3の深さ $L$ と高さ $H$ のパラメータとして算出し、P点での応力集中を緩和させる構造を提案し、良い結果が得られたと報じてゐる。しかし、本発明らの実験によれば、それでもなお、応力集中が

充分緩和されているとは云えない結果が得られた。〔発明の目的〕

本発明の目的は上述したスタンプ電極と半導体素子の圧接面の境界、いわゆる圧接周辺直下に大きな面圧力が生じるという欠点を解消して、圧接面の面圧力分布がほぼ均一となる構造の圧接型半導体装置を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明は、半導体素子を圧接するスタンプ電極の側面に溝をつけ、さらにスタンプ電極と同心円状にある温度補償金属板の直径寸法をスタンプ電極の圧接面の直径寸法より大きくして、圧接力の力線の流れと全体の変形及びその反力により、溝の直下、スタンプ電極周辺直下、さらに温度補償金属板の周辺直下での半導体素子の圧接応力及び曲げ応力集中を緩和するようにしたものである。

〔発明の実施例〕

第1図は本発明の一実施例の構成図、第2図は第1図の要部構成図である。これら2つの図で示すようにダイオード等の半導体素子3-1のカソー

ド側を、厚みが $h_1$ 、直径寸法が $D_1 = D_1 + 2L_1$ である温度補償金属板33を介して、圧接面の直径寸法が $D_1$ のスタンプ電極34で圧接している。このスタンプ電極34の側面には全局にわたって圧接面より高さ $h_1$ の位置に深さ $L_1$ の溝35を設けている。32はアノード側の温度補償金属板である。なお、第3図に示したものと同一部分には同一符号を付けている。このように構成した装置に第5図と同様の軸方向(層層方向)に荷重を加え、加圧接触させる。

上記本発明構造体に対し、現在一般的になつてゐる有膜要素法によつて圧接型半導体装置の応力計算を行うと、スタンプ電極34の溝35の寸法 $h_1$ 、 $L_1$ 、及びカソード側の温度補償金属板33の厚み $h_2$ と半径当りの突出寸法 $L_2$ をパラメータとして半導体素子31の面圧力分布が得られる。

具体例として、シリコンSi半導体素子の直径寸法が8.0mmのとき、銅Cuポスト電極34の直径寸法 $D_1 = 6.0$ mm、溝35の高さ $h_1 = 1.5$ mm、

溝35の深さ $L_1 = 1$ mm、モリブデンMo製温度補償金属板33の直径寸法 $D_2 = 6.3$ mm、厚み $h_2 = 0.5$ mmとすると、温度補償金属板33の半径寸法突出量 $L_2 = 1.5$ mmであり、この構成時に生ずる温度補償金属板33の周辺直下の圧縮応力は零に近い小さな値であり、また、ポスト電極34の周辺直下相当の半導体素子31の圧縮応力は全体の平均面圧力の値より若干小さく、圧縮応力の最大は溝35の深さ $L_1$ の軸方向直下より若干内に入つた部に生じている。

軸方向加圧だけで、振動等による外力の衝撃モメントを略して、この圧縮応力を更に詳しく調べてみると、溝35を付けること等による圧縮応力集中の低下はポスト電極34の方が50%以下と顕著であり、半導体素子31の応力は溝35等を付けたことにより、大きな応力の発生する位置が内部に移るが、そのピーク圧縮応力の低下は25%程度である。このような面圧集中低減の速いは、材料力学の分野で一般化している材料定数の差によつて説明がつく。いわゆる、銅Cuスタ

ンプ電極34の弾性係数 $E = 12000 \text{ kgf/cm}^2$ であるのに対し、シリコンSi半導体素子31の $E = 18000 \text{ kgf/cm}^2$ であることより、スタンプ電極34の方が変形しやすいので、それに伴い、対応する部のひずみ $\epsilon$ (単位長さ当りの伸び)が大きくなり、応力 $\sigma$ は材料力学の基本式、 $\sigma = E\epsilon$ より、ひずみ $\epsilon$ が弾性係数 $E$ の比より大となれば、その部の応力の方が大きくなるのである。

一方、第1図、第2図の構成の各種層面間における付着がないオール半田レス構造としたときを考慮してみると、本発明の構造は半導体素子31の曲げ応力集中の低減に威力を発揮する。いわゆる、前記した圧縮応力の所で記述した寸法によれば、本発明の構造のもとで半導体素子31の最大曲げ応力は内部に移行し、ピーク値を第5図に示した従来の溝付構造の物に比べ $\frac{1}{5}$ 以下と小さくでき、半導体素子31の機械的強度を5倍以上とすることができる。

ダイオードについて本発明の効果を具体的に説明したが、その他、サイリスタ、GTO、またト

ランジスタについても同様の応用効果があるのは当然である。また、アノード側のスタンプ電極40に溝を設けてもよい。

#### 〔発明の効果〕

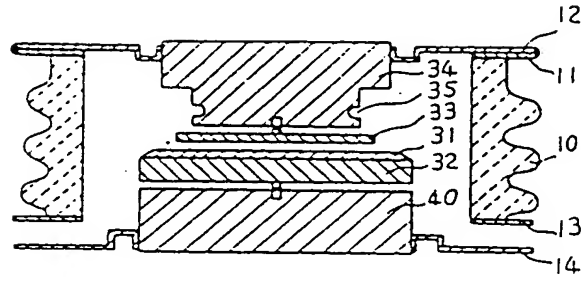
本発明によれば、温度補償金属板を介してスタンプ電極により圧接される半導体素子の部分的な応力集中を効果的に防ぎ、もつて圧接型半導体装置の電気的特性、および機械的強度を高めることができるので、信頼性の向上を図ることができる。

#### 図面の簡単な説明

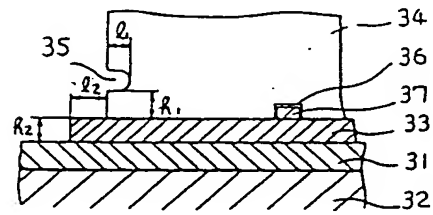
第1図は本発明の一実施例になる圧接型ダイオードを示す縦断面図、第2図は第1図本発明の要部構成断面図、第3図は従来の一般に知られている圧接型ダイオードを示す縦断面図、第4図は半無限板を円柱で圧接したときの応力分布説明図、第5図、第6図は従来の圧接型半導体装置の縦断面図である。

31…半導体素子、32…アノード側温度補償金属板、33…カソード側温度補償金属板、34…カソード側スタンプ電極、35…スタンプ電極

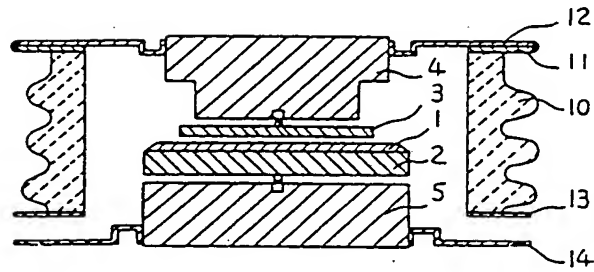
第1図



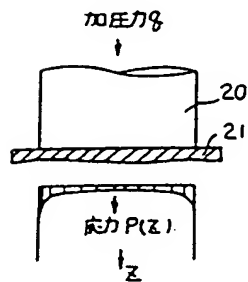
第2図



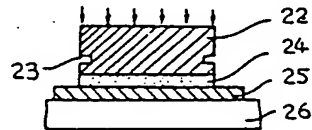
第3図



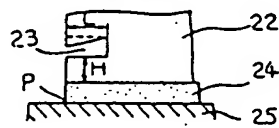
第4図



第5図



第6図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**